

Japanese Patent Laid-open No. HEI 6-33261 A

Publication date : February 8, 1994

Applicant : Toyo Kohan Co., Ltd.

Title : DISCHARGE COATING COMPOSITE

5

[Claim 1] A discharge coating composite having a coating film formed on a substrate by a discharge coating method using an electrode for forming the coating film, which is composed of 40 to 98% by weight (hereinafter, "%" means "% by weight") of at least one element selected from binary borides represented by M_xB_y (where M represents Ti, Zr, Ta, Nb, Cr, and V; $x=1$ to 2; and $y=1$ to 4); 2 to 60% of at least one element selected from ternary boride complexes of Mo_2FeB_2 , Mo_2CoB_2 , Mo_2NiB_2 , W_2FeB_2 , W_2CoB_2 , W_2NiB_2 , $MoCoB$, $WFeB$, 10 and $WCoB$, and unavoidable impurities contained in these compounds, wherein the thickness of the coating film to be formed is 5 to 300 μm . 15

[0019] Such an electrode of a boride ceramic can be manufactured by the powder metallurgy methods disclosed in 20 Japanese Patent Application Publication Nos. S61-19593 and S61-50909. For example, Mo_2NiB_2 powder is added to a binary boride TiB_2 powder to obtain a predetermined composition, mixed by wet milling with a ball mill or the like, and then 25 dried to obtain a powder mixture. The powder mixture is

BEST AVAILABLE COPY

loaded into a mold formed of graphite, hot pressed with heating in a vacuum or a neutral or reducing atmosphere containing argon gas, nitrogen gas, or hydrogen gas, under a pressure of 100 kg/cm² or more at a temperature of

5 1,400°C to 1,900°C; or pressed in advance by hydraulic press or hydrostatic press to obtain a compact, followed by general sintering the compact in a vacuum or an inert or reducing atmosphere as mentioned above at a temperature of 1,500°C to 2,000°C. In this manner, the electrode can be

10 manufactured. It is noted that the sintered compact obtained by hot press or general sintering can be subjected to hot isostatic press in order to increase the strength and reliability. Alternatively, the powder mixture is canned and directly molded by hydrostatic press while

15 heating or sinter HIP (hot isostatic pressing) to obtain a sintered compact.

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-33261

(43)公開日 平成 6 年(1994) 2 月 8 日

(51)Int.Cl.⁵

C 2 3 C 26/00

識別記号

D

C

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 5 (全 6 頁)

(21)出願番号

特願平4-209483

(22)出願日

平成 4 年(1992) 7 月15日

(71)出願人

390003193

東洋鋼板株式会社

東京都千代田区霞が関 1 丁目 4 番 3 号

(72)発明者

村井 誠

山口県下松市大字末武下1200番地

(72)発明者

白井 伸二

山口県下松市大字末武下611番地

(72)発明者

篠原 信幸

山口県下松市大字西豊井1633番地

(72)発明者

渡辺 忠雄

山口県光市虹ヶ丘 4 丁目38番 7 号

(74)代理人

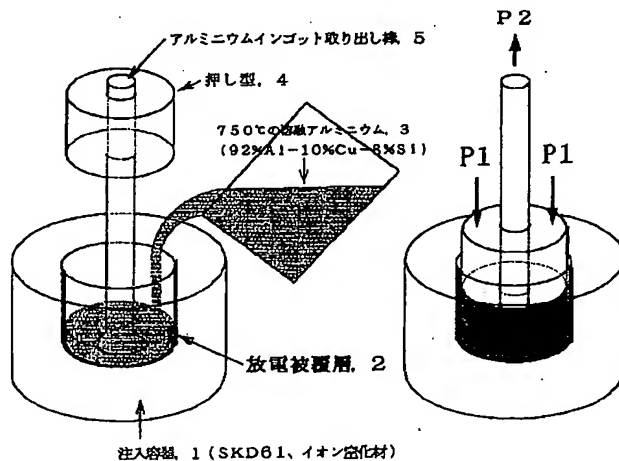
弁理士 小林 正

(54)【発明の名称】 放電被覆複合体

(57)【要約】

〔目的〕 高強度の硼化物焼結体を電極にし、放電被覆法により鋼材を硼化物で被覆することにより硼化物の耐摩耗性や耐食性ならびに熔融金属に対して濡れにくいという特長を損なうことなく、耐摩耗、耐食性に優れた機械部材を提供する。

〔構成〕 TiB_2 、 ZrB_2 などを主体とした高強度硼化物焼結体を電極とし、放電被覆法により被覆して作成した放電被覆複合体。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 放電被覆法で基材上に皮膜を形成した被覆複合体において、皮膜を形成するための電極が、 $M_x B_y$ （ただしMはTi, Zr, Ta, Nb, Cr, Vを表し、 $x=1\sim 2$ 、 $y=1\sim 4$ である）で表せる2元系硼化物の中から選ばれた少なくとも1種以上を40～98重量%（以下%は重量%）と、 Mo_2FeB_2 、 Mo_2CoB_2 、 Mo_2NiB_2 、 W_2FeB_2 、 W_2CoB_2 、 W_2NiB_2 、 $MoCoB$ 、 $WFeB$ 、 $WCoB$ の中から選ばれた1種以上の3元系複硼化物を2～60%と、これらの化合物中に含まれる不可避的不純物からなり、形成される皮膜の厚さが5～300 μm であることを特徴とする放電被覆複合体。

【請求項2】 $M_x B_y$ をTiB₂、ZrB₂、TaB₂、CrB₂の中から選ばれた少なくとも1種以上の2元系硼化物とすることを特徴とする請求項1の放電被覆複合体。

【請求項3】 放電被覆法で基材上に皮膜を形成した被覆複合体において、皮膜を形成するための電極が、 $M_x B_y$ で表せる2元系硼化物の中から選ばれた少なくとも1種以上を30～78%、 Mo_2FeB_2 、 Mo_2CoB_2 、 Mo_2NiB_2 、 W_2FeB_2 、 W_2CoB_2 、 W_2NiB_2 、 $MoCoB$ 、 $WFeB$ 、 $WCoB$ の中から選ばれた1種以上の3元系複硼化物を2～30%、TiC、TiN、および、C/Nの原子比が0.25～4.0であるTiCNの中から選ばれた少なくとも1種以上を10～55%と、これらの化合物中に含まれる不可避的不純物からなり、形成される皮膜の厚さが5～300 μm であることを特徴とする放電被覆複合体。

【請求項4】 $M_x B_y$ がTiB₂、ZrB₂、TaB₂、CrB₂の中から選ばれた少なくとも1種以上の2元系硼化物であることを特徴とする請求項3の放電被覆複合体。

【請求項5】 放電被覆法で基材上に硼化物皮膜を形成し、ダイカスト機械部材に使用することを特徴とする請求項1および請求項2の放電被覆複合体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は硼化物系セラミックスの脆いという欠陥を補い、しかも、硼化物系セラミックスの持つ高硬度で、耐摩耗性に優れ、かつ熔融金属や溶液に対する耐食性に優れるという特長を活かした放電被覆法による複合構造用部材に関する。特に、硼化物が高温特性に優れ、かつアルミニウムをはじめとする低融点非鉄金属と濡れ難くかつ耐食性に優れているという特長を活かして、低融点非鉄金属の鋳造機や加工機械に用いられる材料に関する。

【0002】

【従来の技術】 硼化物系セラミックスは一般に、高硬度で、耐摩耗性に優れ、熔融金属や溶液に対する耐食性に

も優れ、しかも炭化物系と比較して高温特性にも優れている。このために硼化物系セラミックスを、構造用耐摩耗部材として実用化する多くの試みがなされてきた。その多くは粉末冶金法によるもので、成形方法に関しては、熱間静水圧プレス（HIP）やホットプレスの利用、焼結方法に関しては焼結助材の開発などが行われてきた。このようにして、例えば、特公昭61-19593、特公昭61-50909などのようなTiB₂やZrB₂などを主成分とした高耐摩耗性超硬質材料をはじめとして、数多くの硼化物系セラミックスが提案されている。

【0003】 このように粉末冶金法で作られた硼化物系セラミックスも鋼材と比較すれば、強度、靱性、耐熱衝撃性などの点でまだ充分とはいえず、通常の工具鋼、高速度鋼、ステンレス鋼などが用いられているような構造用部材に広く適用することは難しいとされている。

【0004】 一方、硼化物セラミックスは一般に熔融金属との濡れ性が小さいことから、ダイカスト機械部材としての利用が考えられる。例えば、アルミニウムのダイカスト部品にはSKD61などの鋼材にガス窒化やイオン窒化などの窒化処理を施した材料が主に使用されている。しかし、これらの材料は鋼材が熔融金属と反応しやすく長期間使用すると次第に浸食されるため、焼き付きが起こったり、さらに鋼材の成分がダイカスト製品中に混入して品質低下を招いたりする。また、熔融金属を押し出すプランジャースリーブとチップの場合、摺動部に熔融金属が強固に付着して剥がれず、焼き付きやかじりといった事故が発生することがある。そこで、潤滑剤や離型剤を大量に塗布したり、短期間で部品を交換しながら使うなど作業性や経済性が非常に悪い。また潤滑剤や離型剤を使用すると、これらが製品中へ混入して製品の品質低下を招くばかりでなく作業環境を著しく損なうことにもなる。

【0005】 そこで熔融金属に対する耐食性に優れたセラミックスの焼結体で低融点金属ダイカスト機用部材を作成するという試みがなされているが、セラミックスは焼結や機械加工が困難で、複雑形状品や大型の部材の製造が難しく、部品形状によってその適用が大きく制約されている。また、このためにコストがかさむことにもなる。さらに靱性や耐熱衝撃性が低いために作業中に割れ、欠けが発生するということも起こる。

【0006】 セラミックスの持つ耐食性と鋼材の持つ靱性、経済性を活かし、鋼材の表面上にTiC、TiN、TiCNなどのセラミックスをPVD法やCVD法によって形成する被覆が行われているが、膜厚が薄いと効果が少なく、厚くすると剥離をおこし易くなり、また製造費用もかさむなどの問題がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の目的は、上述のように優れた特長を持つ硼化物系セラミックスを電極

にして鋼材などに放電被覆層を形成し、硼化物の持つ本来の特長を活かした耐食耐摩耗部材を提供することにある。特に、熔融金属との濡れ性や耐食性に優れている特長を活用し、ダイカスト機械部材や非鉄工具をはじめとする構造用機械部材として利用できるようにすることである。

【0008】硼化物系セラミックスの焼結は、他のセラミックスと同様、金属やサーメットなどに比べて、より高温が必要であるし、しかも、高強度焼結体を得るためには、上述のように、焼結助材の量と種類を厳密に選択したり、焼結雰囲気との緻密な制御と焼結と同時に加圧したりする成形方法の工夫が必要である。中でも硼化物系セラミックスは特に難焼結性であることが知られており、肉厚の大きな物や複雑な形状をしたものは製造が極めて困難である。

【0009】さらに、それらの機械加工は鋼材など従来の材料に比較して著しく難しい。このために、製造コストはかさみ、従来材とコスト／パフォーマンスの点で太刀打ちできないのが実状である。これらのことが、数々の優れた固有の特性をもちながら、セラミックスが工業的に構造用材料として広く用いられていない大きな理由である。

【0010】一方、材料を利用する側から見れば、耐摩耗部材、耐食性部材、耐熱性部材の多くはその表面層のみがそれらの機能を満たせばよい場合が大多数である。このために、ろう付けをはじめとする接合、溶射、肉盛り、めっきなどが行われ、それぞれ目的に応じた利用がなされている。

【0011】しかし、セラミックス単体では、その融点が高ために、肉盛りは困難であるし、一般にセラミックスそのもののめっきは非常に難しい。また、熱源と雰囲気を改良した溶射法が開発されているが、空孔が残留したり、接着部や被覆物の特性がセラミックス本来の値より大幅に低下するなどの問題点がある。

【0012】そこでごく一般的には、セラミックス焼結体を鋼材などにろう付けで接合して用いられることが多いが、使用時に温度が上昇すると、ろう材の軟化による強度の低下が免れず、セラミックス独自の特性を十分引き出すことができない。高温での強度を確保するためには高融点のろう材を用いればよいが、基材とセラミックスとをそのろう材の融点以上に加熱するために、接合後、大きな熱膨張差に起因する残留歪が避けられず、使用中に欠けや割れなどが発生することが多い。

【0013】放電被覆法は被加工物を陰極にし、電極を陽極としてこの電極を振動または回転させながら被加工物の表面で放電と短絡を繰り返して、電極材料を被加工物に移行させて被覆する方法である。この電極としては種々の純金属、合金鋼、非鉄合金や炭化物などが提案されている。しかし、これらは熔融金属に対しては十分な耐食性を有していない。

【0014】Ti, Zr, Ta等の硼化物の電極による被覆も報告されているが、工業的に広く採用されるに至っていない。これは、硼化物の焼結が難しく、放電被覆用としては強度が充分でなく、電極がその取扱い中や被覆作業中に折損したりすることが多く、実質的な作業ができないためである。

【0015】

【課題を解決するための手段】前記の目的を達成するために、2元系硼化物を40%以上含んだ高強度の硼化物焼結体を電極とし、放電被覆法により、構造材料として十分な強度を持った鉄鋼などの基材上に被覆を行うことにより、(硼化物の持つ耐食性、耐摩耗性などの機能を損なうことなく、高い機械的強度と耐熱衝撃性に優れた被覆複合体を得ることができる。

【0016】すなわち、硼化物皮膜を形成するための電極を、 $M_x B_y$ (ただしMはTi, Zr, Ta, Nb, Cr, Vを表し、 $x=1\sim 2$ 、 $y=1\sim 4$ である)で表せる2元系硼化物の中から選ばれた少なくとも1種以上を40～98%と、 $Mo_2 Fe B_2$, $Mo_2 Co B_2$, $Mo_2 Ni B_2$, $W_2 Fe B_2$, $W_2 Co B_2$, $W_2 Ni B_2$, $MoCoB$, $WFeB$, $WCoB$ の中から選ばれた1種以上の3元系複硼化物を2～60%と、これらの合金中に含まれる不可避的不純物からなる焼結体とすることにより、放電被覆の際の衝撃に充分耐えられる電極が得られる。

【0017】また、皮膜を形成するための電極が、 $M_x B_y$ で表せる2元系硼化物の中から選ばれた少なくとも1種以上を30～78%、 $Mo_2 Fe B_2$, $Mo_2 Co B_2$, $Mo_2 Ni B_2$, $W_2 Fe B_2$, $W_2 Co B_2$, $W_2 Ni B_2$, $MoCoB$, $WFeB$, $WCoB$ の中から選ばれた1種以上の3元系複硼化物を2～30%、TiC, TiN, および、C/Nの原子比が0.25～4.0であるTiCNの中から選ばれた少なくとも1種以上を10～55%と、これらの合金中に含まれる不可避的不純物からなる焼結体としても同様の効果が認められる。

【0018】2元系硼化物としては、 TiB_2 , ZrB_2 , TaB_2 , CrB_2 などが耐摩耗性や熔融金属との濡れ性の点で好適であり、添加する3元系の硼化物は結合相的な役割をするものであり、2%以上含まないと、焼結体の強度が充分ではなく、また、98%を越えると、耐摩耗性が低下したり熔融金属と濡れやすくなる。また3元系硼化物に加えて、TiC, TiN, およびTiCNを添加するのは粒成長を抑制し、焼結体の強度を向上させる効果があり、これらの量は10%以上ないと十分な効果が得られない。また、55%を越えると、焼結体の強度が低下したり、耐摩耗性が低下する。

【0019】このような硼化物セラミックスの電極は特公昭61-19593あるいは特公昭61-50909などに開示されている粉末冶金法によって製造することができる。例えば、2元系硼化物 TiB_2 粉末に Mo_2

5

NiB₂粉末を所定の組成となるように配合し、ボールミル等で湿式粉碎混合したのち乾燥する。この混合粉末を黒鉛型に充填し、真空中またはアルゴンガス、窒素ガス、水素ガスなどの中性または還元性雰囲気中、100 kg/cm²以上の圧力下において1400℃~1900℃の温度で加熱するホットプレスによるか、あるいは、前記混合粉末を油圧プレスや静水圧プレスで予め圧粉成形した後上記の真空中や不活性または還元性雰囲気中で1500℃~2000℃の温度で加熱する普通焼結を行うことによって製造することができる。なお、ホットプレスや普通焼結によって得られた焼結体は、強度とその信頼性を高めるため熱間静水圧プレスをかけてもよい。また、混合粉末をキャンニングしたのち直接、熱間静水圧プレスやシンターヒップで成形して焼結体を得ることもできる。

【0020】この電極の形状は被覆する対称物によって種々の形状があるが、通常は丸棒や円盤状の簡単な形状のものでよく、成形や焼結も容易である。しかも、焼結後の機械加工は、特殊な場合を除き不要である。

【0021】これらの硼化合物電極を用いて放電被覆を行うが、被覆は通常用いられる放電被覆装置を用いて行えばよく、上記の焼結体を用いれば、被覆加工中に電極の折損や破壊はなく、作業性は極めて優れている。また、形成された皮膜は焼結体と同様、高硬度で耐摩耗性に優れているばかりでなく、熔融金属との濡れ性や耐食性も焼結体と同様に優れている。

【0022】さらに、形成された皮膜の基材との密着性は特に優れており、例えば、厚さ3mmの低炭素鋼板の上に被覆した皮膜は約180°の折り曲げでも剥離は見られない。また、熱衝撃に対する抵抗を、試片温度をT℃に加熱した後直ちにt℃の水中に投入してクラックの有無で判定し、クラックを生じない温度差 $\Delta\theta = T - t$ (℃)で評価すると、焼結体では $\Delta\theta$ が200~400℃であるに対して、本発明の被覆複合体では $\Delta\theta$ が1000℃以上もある。

【0023】被覆の厚さは5~300μmが好適である。すなわち、5μmより薄いと耐摩耗性や耐食性が充分ではなくまた、300μmを越えても耐摩耗性や耐食性に対する効果はあまり向上しないし、経済的ではない。

【0024】被覆する基材は鋼材などが一般的であるが、導電性があればどんなものでもよく、使用目的によって選択できる。

【0025】本発明の被覆複合体は、特別な離型剤や潤滑剤を用いなくても熔融アルミニウムとはほとんど濡れないので、ダイカスト用の金型やプランジャーチップやスリーブにも無潤滑または減量潤滑下で使用できる。潤滑剤や離型剤はミストとなって散布されるため、これらが無くなるか、あるいは少なくなれば作業環境の大幅な改善にもつながるし、さらにメンテナンスの必要がなく

6

長寿命化が可能であるためコストの低減もできる。

【0026】その他に本発明の硼化合物被覆複合体は、低融点金属の鑄造に用いられるストック、ランナープレート、押出ピン、中子、溶解坩堝、ラドル、攪拌棒、温度測定用保護管、浸漬ヒーター用保護管にも適用でき、長寿命化が期待できる。さらにこの被覆はアルミニウムだけでなく、亜鉛、マグネシウム、鉛、すずなどの低融点金属やその合金のダイカスト機械や鑄造機械用部材にも適用できる。

【0027】

【実施例】以下実施例により本発明をさらに詳細に説明する。

【0028】実施例1

TiB₂粉末85%とMo₂NiB₂粉末15%を振動ミルにより、アセトン中で52時間、混合粉碎を行った後、窒素雰囲気中で乾燥造粒した。この混合粉末を黒鉛型に充填し、アルゴンガス雰囲気中(大気圧)においてホットプレスを行った。ホットプレス条件は、200 kg/cm²、1550℃で20分とした。得られた焼結体は相対密度99.0%、抗折力120 kg/cm²、ビッカース硬度2400であった。この焼結体からφ3mm×100mmの丸棒を切り出して、これを電極にして、25mm×50mm×5mmの窒化处理をしたSKD61の表面に35μmの厚さに放電被覆加工を行った。放電被覆は市販の被覆装置を使用し、大気中で、周波数300Hz、コンデンサー容量70μfで実施した。

【0029】実施例2

TiB₂粉末50%とTiC粉末45%、Mo₂CoB₂粉末5%をアトライターにより、アセトン中で8時間、混合粉碎を行った後、窒素雰囲気中で乾燥造粒した。この混合粉末を油圧プレスを用いて1.5 ton/cm²で成形し、圧粉体を得た。この圧粉体をアルゴンガス雰囲気中、1700℃の温度で30分間加熱して焼結体を得た。これを1800℃、1500気圧で熱間静水圧プレスして、相対密度99.5%、抗折力96 kg/cm²、ビッカース硬度2200の焼結体を得た。この焼結体からφ3mm×100mmの丸棒を切り出して、これを電極にして、窒化处理をしたSKD61の表面に厚さ20μmの放電被覆を行った。放電被覆条件は実施例1と同様とし、厚さは作業時間で変えた。

【0030】実施例3

ZrB₂粉末70%とMo₂NiB₂粉末30%を振動ボールミルにより、アセトン中で25時間、混合粉碎を行った後、窒素雰囲気中で乾燥造粒した。この混合粉末を黒鉛型に充填し、真空中でホットプレスを行った。ホットプレス条件は、160 kg/cm²、1530℃で30分とした。得られた焼結体は相対密度99.2%、抗折力93 kg/cm²、ビッカース硬度2150であった。この焼結体からφ3mm×100mmの丸棒を切り

7

出して、これを電極にして、窒化処理をしたSKD61の表面に厚さ $20\mu\text{m}$ の放電被覆を行った。放電被覆条件は実施例2と同様とした。

【0031】この被覆複合体を 750°C の溶融アルミニウム(ADC10:92%A1-10%Cu-8%Si)に2.5時間浸漬し、腐食減量を測定した。また、大越式の摩耗試験を実施した。摩擦条件は相手材としてSS41のリングを使用し、摩擦距離400m、摩擦速度を 4.39m/s 、最終荷重を18.9kgとした。試片の摩耗量は比摩耗量で示した。これらの結果をまとめて表1に示す。

*

試料No.	ピッカース硬度	比摩耗量(mm^2/kg)	溶融Al腐食減量(mg/cm^2)
実施例1	1360	0.6×10^{-8}	7
実施例2	1160	0.8×10^{-8}	10
実施例3	1320	0.5×10^{-8}	8
SKD61 窒化材	739	45×10^{-8}	150
比較例1	2400	0.1×10^{-8}	1
比較例2	2200	0.1×10^{-8}	0.8
比較例3	2150	0.2×10^{-8}	1

比較例1：実施例1の焼結体

比較例2：実施例2の焼結体

比較例3：実施例3の焼結体

【0034】実施例4

窒化処理をしたSKD61で、図1に示すような外径80mm、内径60mm、深さ60mm、肉厚10mmの注入容器1の内面に、実施例1～3の焼結体を電極にして放電被覆を行った。被覆条件は実施例1と同様にした。

【0035】この注入容器1に3の溶融アルミニウム(750°C 、92%A1-10%Cu-8%Si)を注湯し、押し型4で、 $P1=10\text{kg}/\text{cm}^2$ で押しながらアルミニウムを凝固させ、アルミニウムの温度が 300°C になってから取り出し棒5によりP2の力を加えてインゴットを取りだした。最初、溶融アルミニウムが容器と反応せず、容易に剥離する間はP2の値は小さいが、この操作を繰り返して、溶融アルミニウムが容器と反応し始めると、P2は大きな値となってくる。そこでP2が $2\text{kg}/\text{cm}^2$ 以上の応力になった時点で測定を中止し、それまでの回数を測定した。

【0036】結果を表2に示す。表から明らかなよう

8

*【0032】表1から分かるように、放電被覆複合体の溶融アルミニウムによる腐食は電極とした焼結体よりやや劣っているが、アルミダイカスト部品に多く用いられているSKD61の窒化処理材と比較して格段に優れている。また、硬度は皮膜の厚さが薄いため、下地の鋼材の影響で低い値を示しているが、その比摩耗量は、いずれも焼結体と同じ 10^{-8} のオーダーにあり、SKD61窒化材と比較すれば、はるかに優れているといえる。

【0033】

【表1】

30 に、本発明の被覆材は回数が約35,000回を越えても良好な特性を示すのに対し、SKD61は短い回数で抜き出し力が所定の値を越えて、試験中止となった。

【0037】

【表2】

No.	$P2 \geq 2\text{kg}/\text{cm}^2$ となった回数
実施例1	40,856
実施例2	34,968
実施例3	46,258
SKD61	568

【0038】

【発明の効果】本発明の放電被覆複合体は、硼化物セラミックスを放電被覆法を利用して鋼材などに被覆することによって、耐摩耗性や耐食性などの本来の機能を損なうことなく、構造用材料として実用に供することができ

るものである。特に、アルミニウムなど低融点金属ダイカスト機用部材などはその部品全体をセラミックスで作成すると寿命は向上するが、製作費が高価になるだけでなく割れの心配が常にあり、このために作業性が著しく低下する。さらに大型品や複雑形状品は製造が非常に困難である。しかし、本発明の被覆複合体は従来用いられている鋼材などをそのまま基材として用いるので、強度上の問題もなく、大型品や複雑形状品の製作も容易である。また、基材との密着性も高く、耐熱衝撃性にも優れている。さらに、基材に対する熱などの影響もほとんどなく、残留応力がかかることもない。しかも皮膜の耐摩耗性や溶融アルミニウムに対する耐食性に関しても焼結

体と同様に優れている。

【0039】

【図面の簡単な説明】

【図1】 硼化物を被覆した溶融アルミニウム容器の特性評価試験方法の概略図。

【符号の説明】

- 1 注入容器 (SKD61、イオン窒化材)
- 2 放電被覆層
- 3 750℃の溶融アルミニウム (92%Al-10%Cu-8%Si)
- 4 押し型
- 5 アルミニウムインゴット取り出し棒

【図1】

